

## Kočenje pomoću vode

### Razvoj pomoćnih sustava za usporavanje

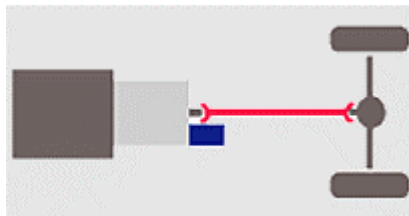
Tijekom 20. stoljeća došlo je do masovne proizvodnje autobusa, kamiona i ostalih teških gospodarskih vozila. S obzirom na njihovu veliku masu i opterećenost pri vožnji u operacijama kočenja dolazi do trošenja kočničkih obloga velikih razmjera. Sa svrhom rješavanja ovog problema, kao i povećanja sigurnosti vožnje razvijeni su pomoćni sustavi za usporavanje, tzv. retarderi.

Sve je počelo još davne 1960. godine kada je Voith napravio prvi hidrodinamički retarder koji je našao primjenu u lokomotivama u Sjedinjenim Američkim Državama. Nakon osam godina razvoja retarder je 1968. ugrađen u prvi autobus i tako je Voith počeo nuditi pomoćne sustave za kočenje cestovnih vozila. Od tada je došlo do prave revolucije u ugradnji i korištenju ovog izuma. ZF Friedrichshafen AG je od 1975. godine počeo spajati svoje mjenjače s Voithovim retarderima. Slijede godine razvoja manjih retardera za gospodarska vozila srednje klase, nastaju sekundarni retarderi, a 2002. godine nastaje primarni retarder na vodu tzv. Aquatarder. Retarderi su rezultirali stvarnim prednostima jer ne samo da sigurno usporavaju vozilo nego smanjuju troškove održavanja vozila, produženo je vrijeme servisa, povećani su kapacitet tereta i prosječna brzina, što su velike uštede za vozače i prijevozne tvrtke. Retardere u svoje autobuse, kamione i ostala gospodarska vozila ugrađuju tvrtke kao što su MAN, DaimlerChrysler, Volvo i mnogi drugi.

### Sekundarni retarder

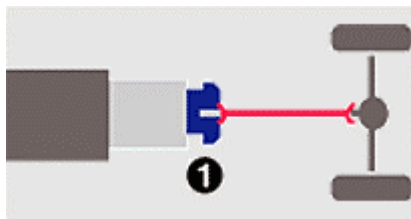
Voithovi sekundarni retarderi smješteni su iza motora, spojke i mjenjačke kutije. Zbog ovakvog rasporeda ovaj retarder se naziva sekundarni. Dva su načina ugradnje retardera tzv. "Offline" i "Inline". U "Offline" načinu ugradnje retarder je pričvršćen uz mjenjačku kutiju, a brzina raste u odnosu prema brzini pogonske osovine, ovisno o prijenosnom omjeru. Izrazito je kompaktan i omogućava veliku snagu kočenja čak i pri malim brzinama.

Slika 1: "Offline"

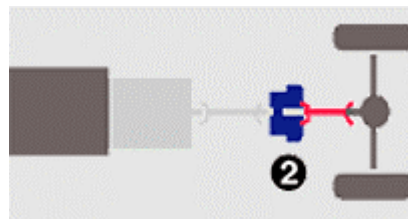


U "Inline" slučaju, retarder je ugrađen u cjelinu mjenjačke kutije (slika 2-1) ili izravno u kardansku osovinu vozila tako da je spojen s dva univerzalna zglobova vratila u mjenjačku kutiju i stražnju osovinu (slika 2-2).

Slika 2-1: "Inline"



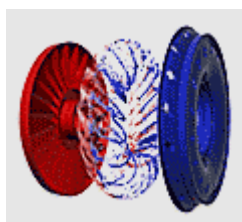
Slika 2-2: "Inline"



Retarderi koriste posebno ulje neovisno o ulju koje se nalazi u ostalim prijenosnicima vozila. Posebna odlika sekundarnih retardera je njihova neovisnost o stupnju prijenosa, tako da se sila kočenja ne mijenja s obzirom na odabrani stupanj prijenosa.

Voithovi retarderi su hidrodinamičke kočnice jednostavne konstrukcije, koje se sastoje od rotora i statora između kojih je prostor s uljem (slika 3). Rotor je spojen s univerzalnim zglobnim vratilom vozila, a stator s nepokretnim kućištem retardera. Rotor kojeg pokreće zglobno vratilo ubrzava ulje, a zatim se usporava u statoru. Dolazi do usporavanja okretaja rotora i pri tom vozilo usporava, odnosno koči.

Slika 3: rotor i stator



#### **Primarni retarder - PriTarder**

Zadnja i jedna od najrevolucionarnijih inovacija koju je Voith Turbo GmbH razvio zajedno s MAN-om je retarder koji koristi kao radni medij vodu odnosno rashladnu tekućinu direktno iz rashladnog sustava motora.

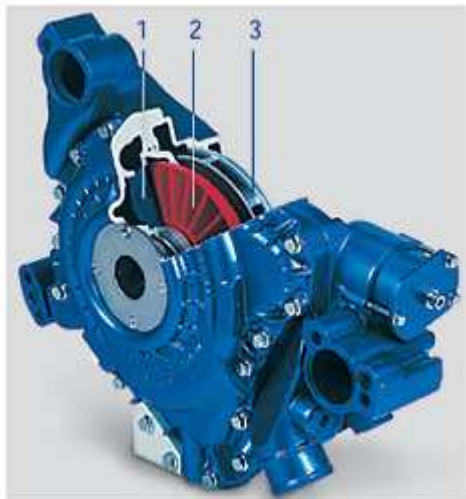
Voith Turbo ga je razvio pod imenom Aquatarder, a integriran u MAN-ov sustav kočenja naziva se PriTarder (skraćeno od Primary Retarder), primarni jer je smješten ispred spojke u smjeru toka momenta od motora.

#### **Hidrodinamički princip primarnog retardera**

Smješten na prednjem dijelu motora, ovaj retarder je izravno spojen s koljenastim vratilom motora. Kao i svi ostali retarderi i ovaj radi na hidrodinamičkom principu. Uređaj se sastoji od kućišta s rotorom i statorom, te pumpe za vodu koja propušta

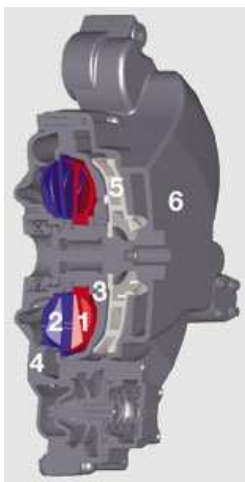
rashladnu tekućinu u prostor između rotora i statora, ali tek u trenutku kad vozač uključi retarder.

Slika 4-1: Voith Aquatarder® WR 190



- 1, 2 retarder
- 3 vodna pumpa

Slika 4-2: Voith Aquatarder® WR 190 - poprečni presjek

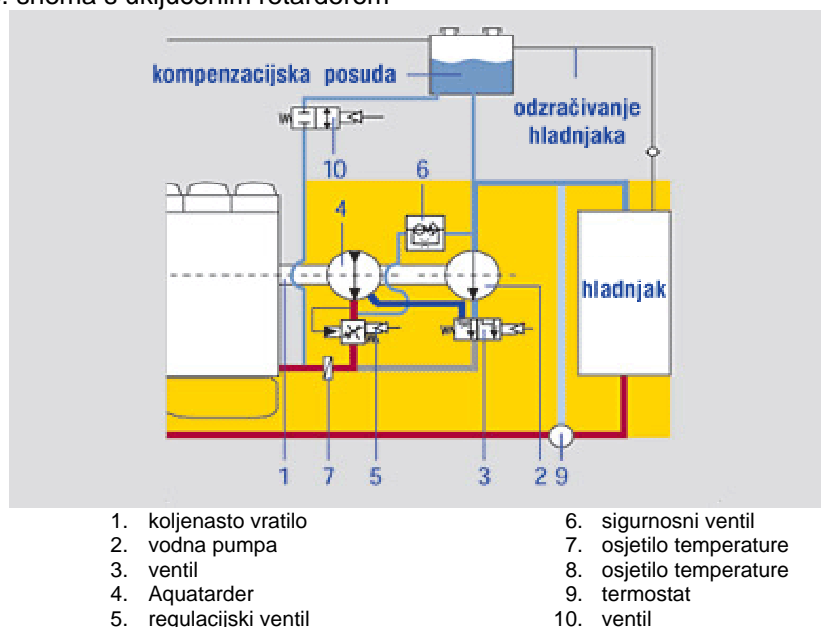


- 1. rotor
  - 2. stator
  - 3. kućište rotora
  - 4. kućište statora
  - 5. vodna pumpa
  - 6. kućište pumpe
- rotor
  - stator
  - vodna pumpa

Koljenasto vratilo motora pokreće rotor koji svojom vrtnjom povlači i ubrzava rashladnu tekućinu, koja zatim kruži zatvorenim tokom od rotora do nepomičnog statora gdje se na lopaticama statora usporava. Zbog toga se usporava i rotor te se

smanjuje brzinu vrtnje koljenastog vratila i dolazi do kočenja. Željeni moment kočenja određuje regulacijski ventil održavanjem određene razine rashladne tekućine u radnom prostoru, ovisno o količini tekućine koju propušta u kružni tok hlađenja motora.

Slika 5: shema s uključenim retarderom



Kada se retarder isključi, djelovanjem centrifugalne sile dolazi do pražnjenja radnog prostora retardera te se dio rashladne tekućine odvodi u ekspanzijsku posudu motora. Znači, za vrijeme vožnje vodna pumpa usmjerava volumni protok rashladne tekućine direktno u rashladni sustav motora zaobilazeći krug Aquatardera. Svaka zapovijed kočenja aktivira ventil tako da je protok 100 % usmjeren u krug Aquatardera. Isključivanjem Aquatardera ventili se vraćaju u svoj početni položaj.

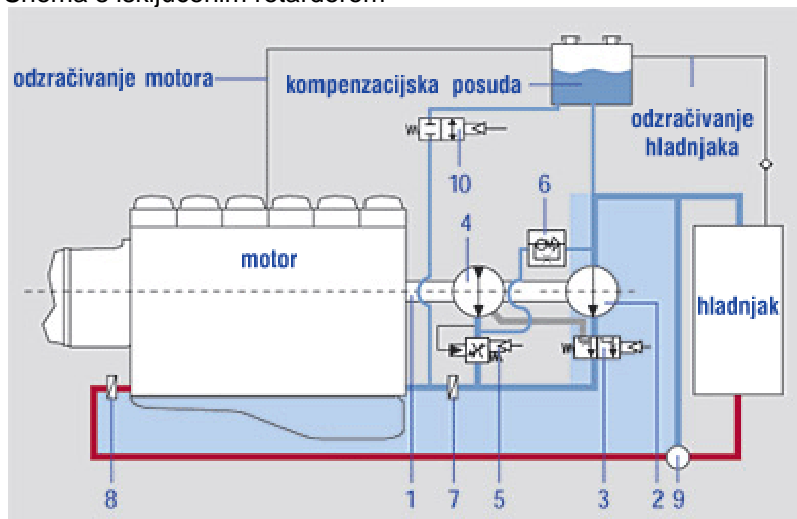
MAN PriTarder razvija najveći moment kočenja na radilici motora od 1450 Nm čime se postiže velik učinak kočenja i pri malim brzinama vožnje, u odgovarajućem stupnju prijenosa.

#### **Prednosti primarnog retardera**

Zbog značajno manje viskoznosti vode u odnosu na viskoznost ulja trebalo je riješiti brojne poteškoće koje su se javile kod primjene vode kao radnog medija, ali nezamislivo je rezultiralo brojnim prednostima. Kinetička energija nastala u ovom procesu pretvara se u toplinsku energiju koja se direktno odvodi rashladnom tekućinom u kružni tok hlađenja motora.

Kočnice su pošteđene trošenja, a time se smanjuje briga i troškovi oko održavanja. Možemo govoriti o milijunima prijeđenih kilometara i pri tome tonama ušteđenih obloga kočnica, a paralelno s tim i toliko izbjegnute "tarne prašine" koja nastaje kočenjem. Naročito se povećava granica sigurnosti za vozilo pri vožnji nizbrdo na vijugavim dijelovima, dugim udaljenostima na autocestama, ali i u gradskom prometu obilježenom načinom vožnje "stani-kreni".

Slika 6: Shema s isključenim retarderom



Najvažnije s ekološkog stajališta jest što je smanjena količina ulja jer više nije potrebno posebno ulje za retarder, smanjena je emisija ispušnih plinova jer dolazi do bržeg zagrijavanja motora nakon kretanja i smanjuje se trošenje motora. Zbog smanjenja mase vozila za oko 80 kg, uz masu PriTardera od svega 32 kg, povećava se mogućnost prevoženja veće mase korisnog tereta.

Jedna od velikih prednosti je što se za radni medij koriste uobičajne rashladne tekućine tzv. "antifrizi" jer u potpunosti zadovoljavaju sve potrebne zahtjeve. Tako za ovu primjenu, njemački proizvođač gospodarskih vozila MAN Nutzfahrzeuge AG, u svojim servisnim knjižicama preporuča proizvod INA Antifriz AI Super, domaće tvrtke Maziva-Zagreb d.o.o., kojeg je potrebno miješati s vodom u omjeru 1:1.

MAN PriTarder je primarni retarder velike snage kočenja, a male mase koji pokazuje kako se, koristeći jednostavna rješenja, tehnički mogu unaprijediti vozila, jer stalno povećanje prometa na našim cestama te zahtjevi za ekonomičnošću traže potpuni doprinos čovjeka i tehnologije u sigurnosti, ekonomičnosti i udobnosti vožnje u modernim gospodarskim vozilima.

Priredili Biserka Šagovac Lazar i Bruno Novina